



Dengeleme Hesabına Giriş: Jeodezik Ağlar ve Jeodezik Datum Kavramı

Prof. Dr. U. Doğan & Prof. Dr. C. Aydın

YTÜ-Harita Mühendisliği Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı
İstanbul, Mart 2021

Dengeleme Hesabına Giriş

- **Dengeleme Hesabı** dersi, *Hata Kuramı ve Parametre Kestirimi* dersinin son konusu olan dolaylı ölçüler dengelemesinin jeodezik ağlara uygulanmasını ve bu ağlarda bir takım analizlerin yapılmasını içermektedir.
- Bir önceki dönem işlenen tüm konular Dengeleme Hesabı dersinin altlığını oluşturmaktadır.
- Derse hazırlık olarak hata yayılma kurallarını (özellikle, kofaktör yayılma kuralını!) ve dolaylı ölçüler dengelemesi konusunu tekrar gözden geçirmek gerekmektedir.
- Ders, 3+0 teorik bir derstir; bir önceki dönemde olduğu gibi ders içerisinde birçok uygulama yapılarak konuların daha iyi anlaşılmasına özen gösterilmektedir.

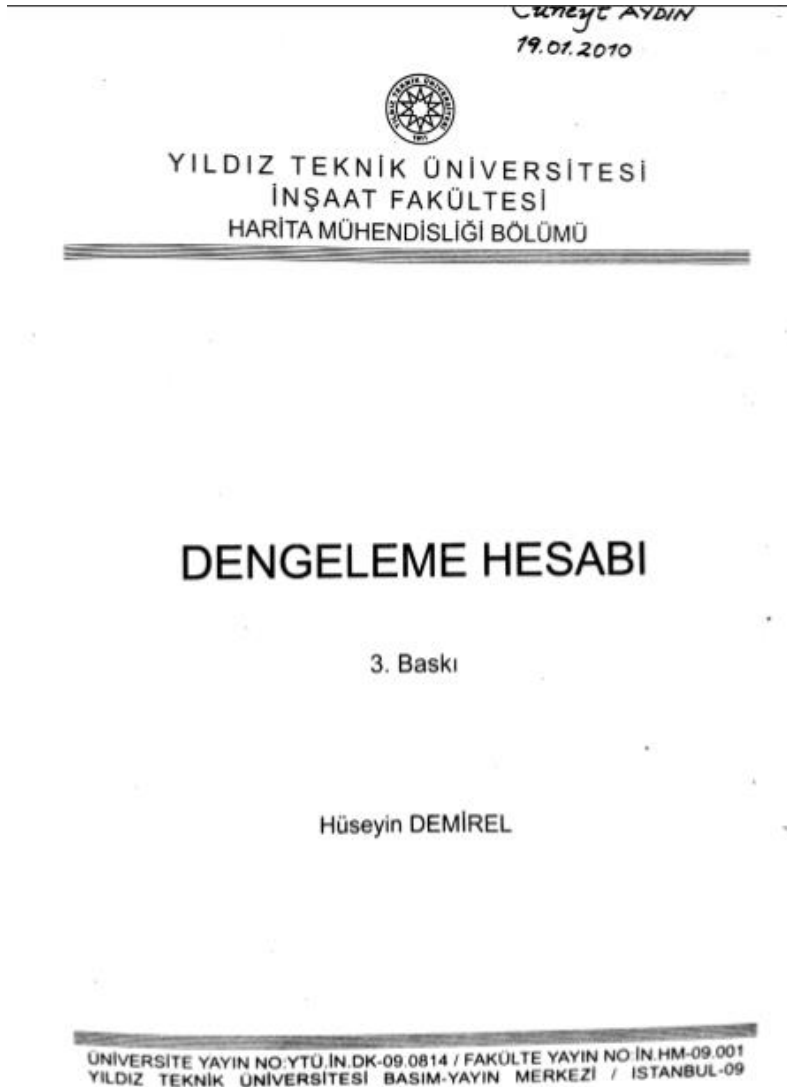
Dengeleme Hesabına Giriş

- Bir jeodezik ağda elde edilen ölçüler için gerekli meteorolojik ve aletsel düzeltmeler getirilir. Uzunluk ve doğrultu ölçüleri hesap yüzeyine (örneğin, Gauss-Krüger projeksiyon düzlemine) indirgenir. ***Ders boyunca ölçülerin sistematik hatalardan arındırıldığı ve Gauss-Krüger projeksiyon düzlemine indirgendikleri varsayılmıştır.***
- Arazi uygulamalarında yatay doğrultular için indirgeme değerleri cc mertebesindeyken, yatay kenar uzunlukları için cm mertebesine varabilmektedir. Söz konusu indirgemeler, geometrik jeodezi, ölçme bilgisi uygulaması, jeodezi uygulaması vb. derslerde ayrıntısıyla anlatılmaktadır.

Dengeleme Hesabına Giriş: *İçerik*

- ***Jeodezik ağlar ve jeodezik ağ datum kavramı***
- ***Yatay ağ dengelemesi:*** Yatay kenar ve doğrultu ölçüleri için düzeltme denklemlerinin oluşturulması, indirgenmiş düzeltme denklemleri, açıklık açısı sabit koşulu, hata ve güven elipsleri
- ***Nokta dengelemesi***
- ***Trigonometrik nivelman ağlarının dengelenmesi***
- ***Serbest ağ dengelemesi:*** Zorlamasız klasik dengeleme, tüm-iz minimum çözümü, kısmi-iz minimum çözümü, S-Dönüşümü
- ***Güvenilirlik ölçütleri:*** Redüondans payı, iç güvenilirlik ve dış güvenilirlik kavramları
- ***Uyuşumsuz ölçülerin araştırılması:*** Baarda, Pope ve t-testi yöntemleri
- ***Dengeleyici fonksiyonlar:*** Parametrelerin kestirimi ve anlamlılıklarının test edilmesi

Dengeleme Hesabına Giriş: *Dış Kaynaklar*

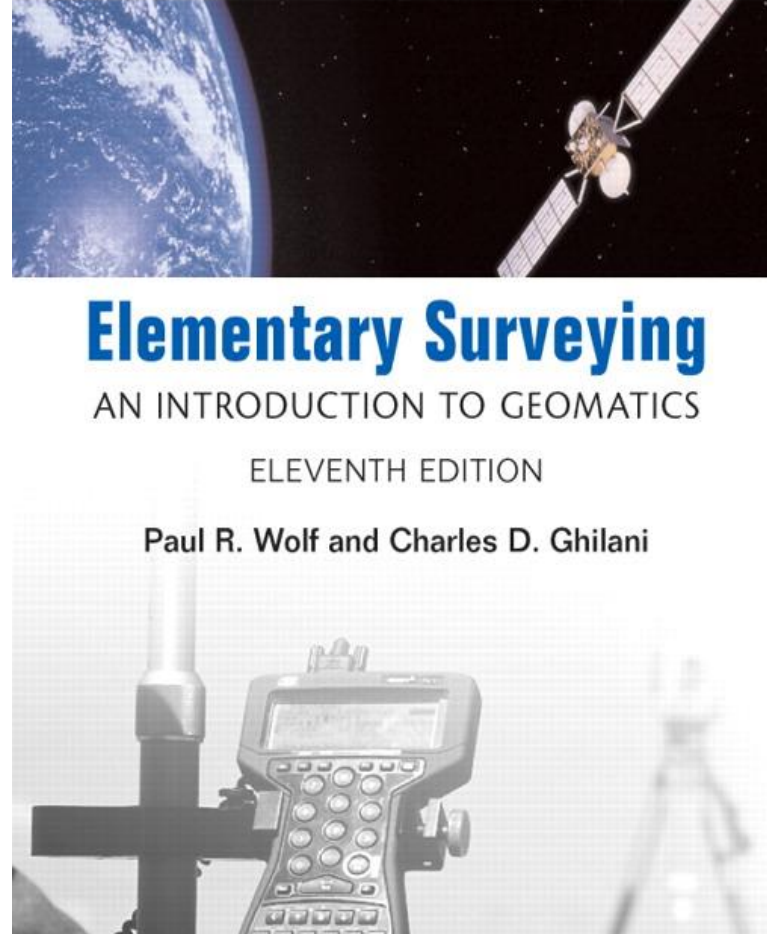
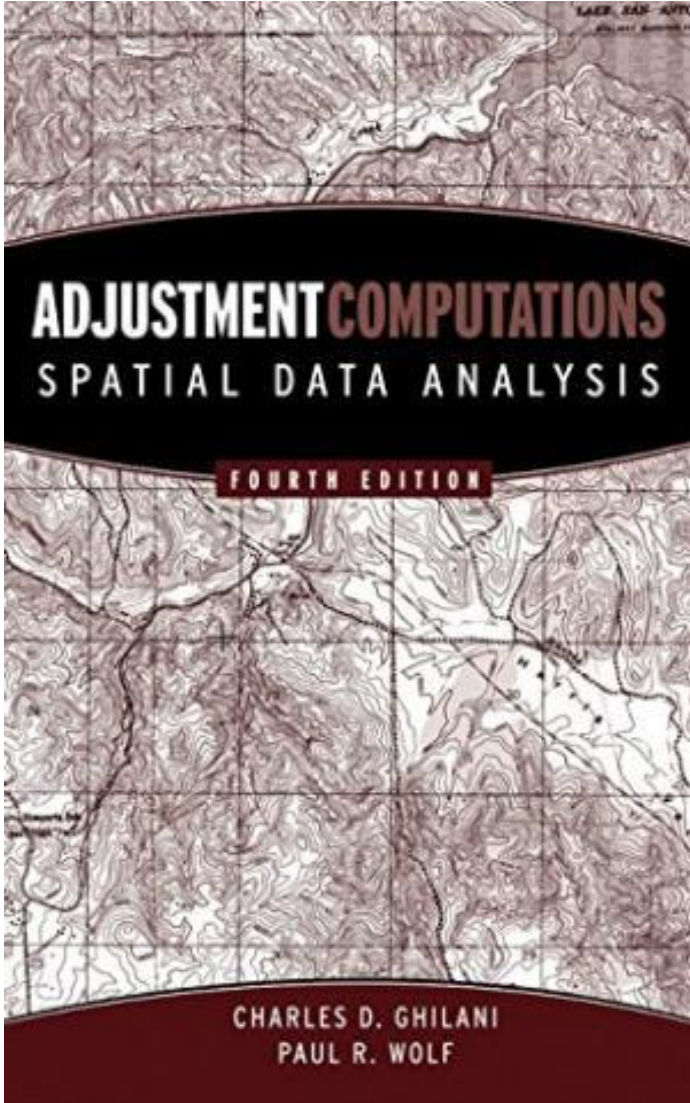


**Hüseyin Demirel, (2009),
DENGELEME HESABI,**

3. Baskı, YTÜ Yayınları

YTÜ emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Hüseyin Demirel tarafından yazılmış, «Dengeleme Hesabı» kitabı Türkçe yazılmış en önemli eserlerden biridir. Bu dönem işlenen Dengeleme Hesabı dersi bu kitaba dayanmaktadır.

Dengeleme Hesabına Giriş: *Dış Kaynaklar*



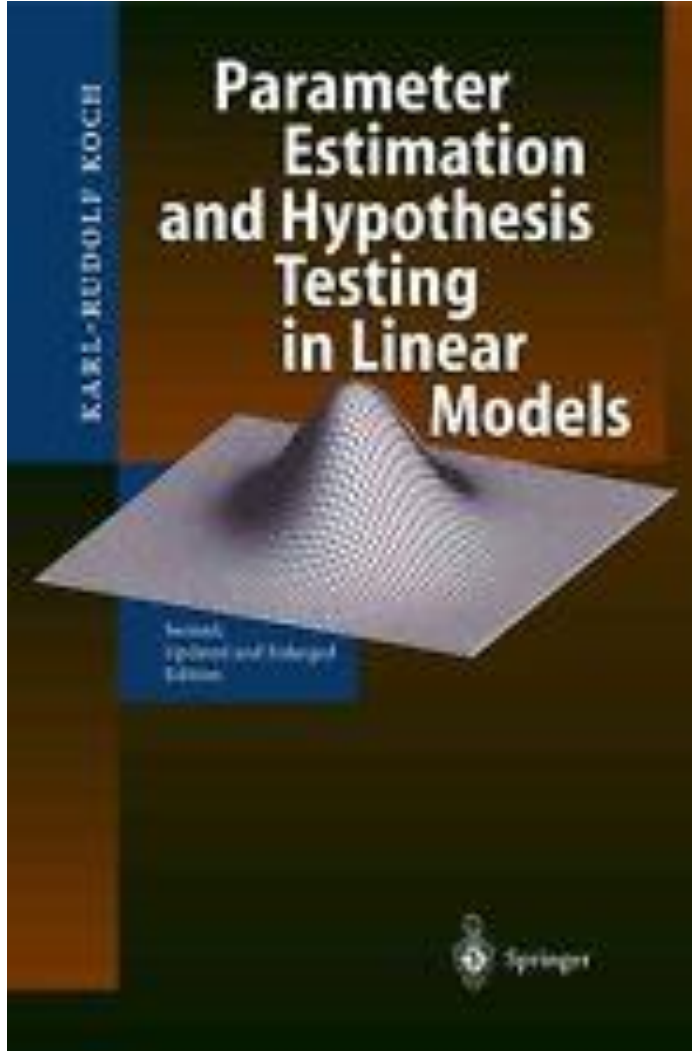
Wolf ve Ghilani'nin «Adjustment Computations» kitabı, lisans seviyesinde yazılmış önemli hata kuramı ve dengeleme hesabı kitaplarından biridir.

Yine Wolf ve Ghilani tarafından yazılmış «Elementary Surveying» kitabında hata kuramı ve parametre kestirim konuları yer almaktadır.

Söz konusu kitaplar lisans seviyesindedir. Ancak ABD ölçü birimleri nedeniyle, örnekler «yay derecesi» biçimindedir.

İngilizce kaynak için «Adjustment Computations» kitabı önerilmektedir.

Dengeleme Hesabına Giriş: *Dış Kaynaklar*



K. R. Koch
(1935---)

Ünlü jeodezici Koch'un meşhur kitabı
«Parameter Estimation and Hypothesis Testing
in Linear Models», parametre kestirimi
konusunda bir başucu kitabı konumundadır
(ancak, düzeyi, lisansüstü seviyesindedir).

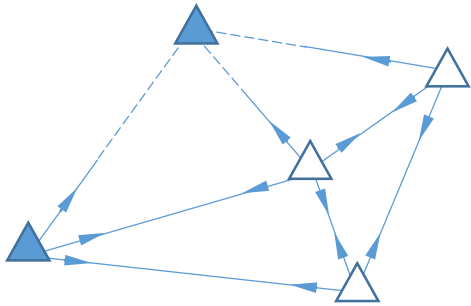
Jeodezik Ağlar

Üç tür jeodezik ağ bulunur:

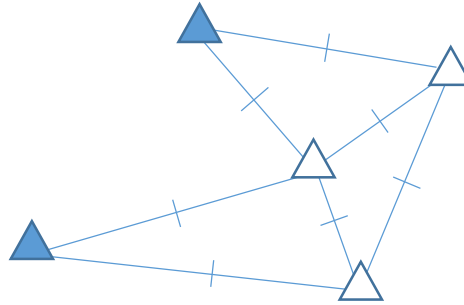
- ✓ **Yatay Ağlar (Nirengi Ağları):** Doğrultu ağları, kenar ağları ve doğrultu-kenar ağları
- ✓ **Düşey Ağlar:** Geometrik nivelman ağları, trigonometrik nivelman ağları, gravite ağları
- ✓ **Üç Boyutlu Ağlar:** Klasik üç boyutlu ağlar, GNSS ağları

Jeodezik Ağlar: *Yatay Ağlar*

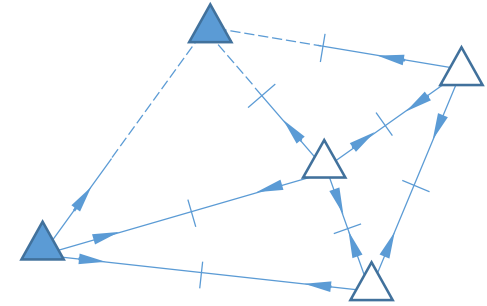
Doğrultu Ağı (Triangulation Network)



Kenar Ağı (Trilateration Network)



Doğrultu-Kenar Ağı (Horizontal Network)



▲ Sabit nokta (xy koordinatları bilinen nokta)

△ Yeni nokta (xy koordinatları bilinmeyen nokta)

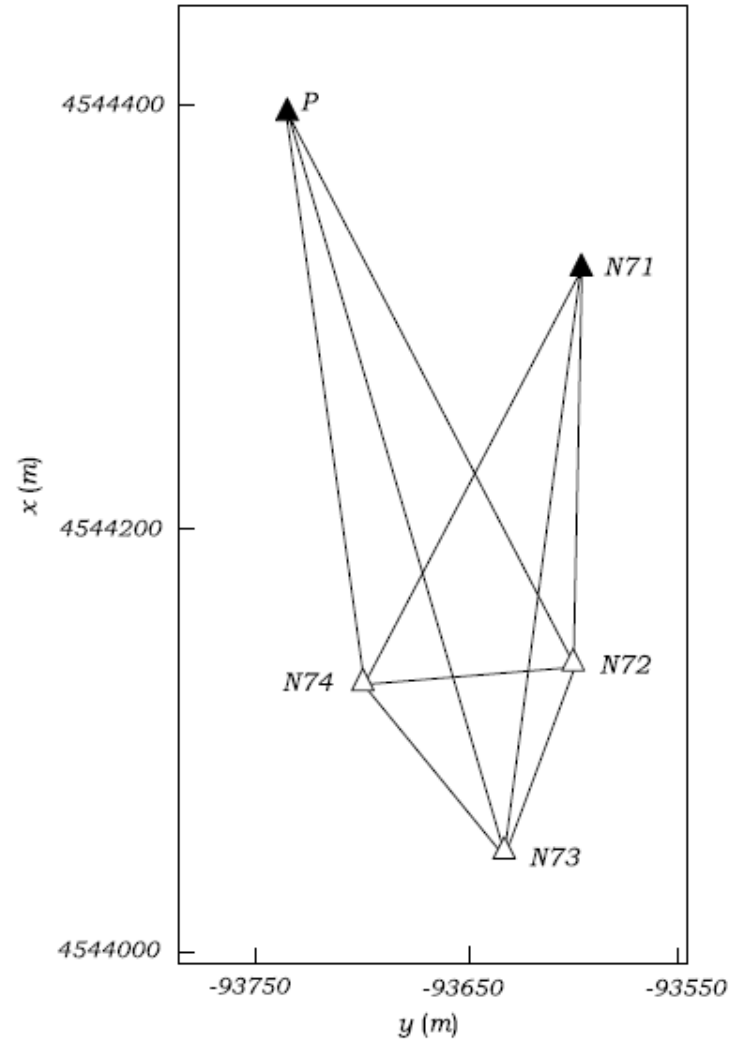
→ Yatay doğrultu ölçüsü

—+— Yatay kenar ölçüsü

Jeodezik Ağlar: *Yatay Ağlar*

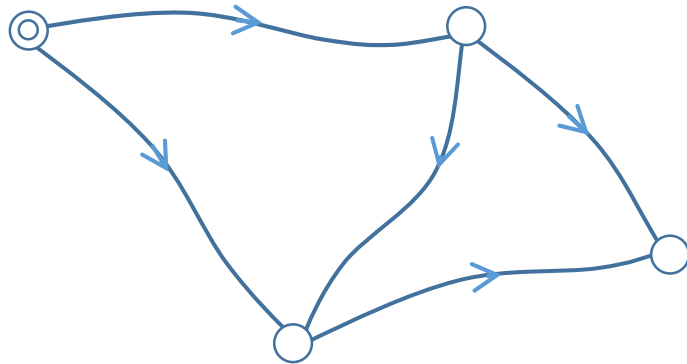
Nirengi Kanavası Örneği

(Davutpaşa Kampüsü)



Jeodezik Ağlar: *Düşey Ağlar*

Geometrik Nivelman Ağı

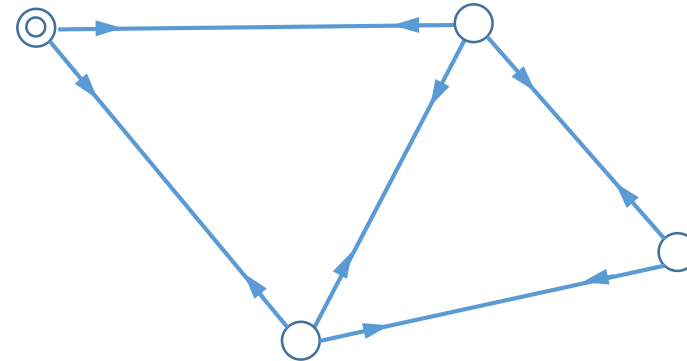


⊙ Sabit nokta (H yüksekliği bilinen nokta)

○ Yeni nokta (H yüksekliği bilinmeyen nokta)

→ Yükseklik farkı ölçüsü

Trigonometrik Nivelman Ağı



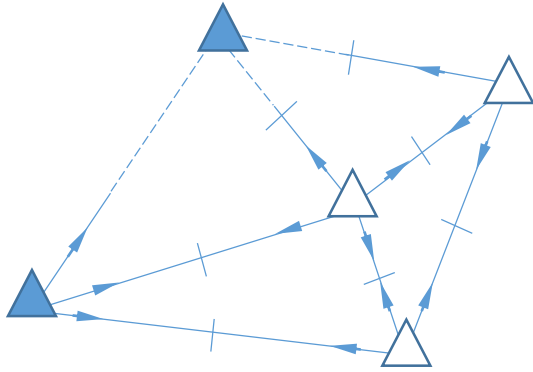
⊙ Sabit nokta (H yüksekliği bilinen nokta)

○ Yeni nokta (H yüksekliği bilinmeyen nokta)

→ Düşey açı ölçüsü

Jeodezik Ağlar: *Üç Boyutlu Ağlar*

Klasik Üç Boyutlu Jeodezik Ağı



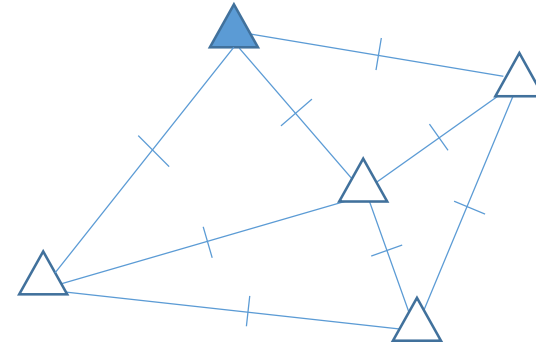
▲ Sabit nokta (xyz koordinatları bilinen nokta)

△ Yeni nokta (xyz koordinatları bilinmeyen nokta)

→ Yatay ve düşey doğrultu ölçüsü

+ Eğik kenar ölçüsü

GNSS Ağı



▲ Sabit nokta (XYZ koordinatları bilinen nokta)

△ Yeni nokta (XYZ koordinatları bilinmeyen nokta)

+ Baz ölçüsü (XYZ koordinat farkları)

Jeodezik Ağ Datum Kavramı

- Bir jeodezik ağdaki ölçüler, o jeodezik ağın noktalarının bir koordinat sisteminde tanımı için yeterli bilgiyi içermezler. Tanım için ek parametrelere ihtiyaç duyulur. Bu parametrelere, serbest datum parametreleri ya da kısaca ***datum parametreleri*** adı verilir.
- Söz konusu ek bilgi, ağda ve dolayısıyla dengeleme probleminde ele alındığında ağın datumu tanımlanmış olur.
- Ağın datumu tanımlanmadığında dengeleme yapmak mümkün değildir.
- Datum parametreleri belli sayıdaki sabit nokta koordinatları, açıklık açısı sabit ve diğer koşullar olarak dengeleme içerisinde ele alınır.
- Bu datum parametreleri ve sayıları bir sonraki slaytta gösterilmektedir.

Serbest Datum Parametreleri

	SERBEST DATUM PARAMETRELERİ	SAYISI (d)
Düşey Ağlar	Düşey Öteleme	1
İki Boyutlu Ağlar	x öteleme, y öteleme 1 dönüklük, 1 ölçek	4*
Üç Boyutlu Ağlar	X öteleme, Y öteleme, Z öteleme, 3 dönüklük, 1 ölçek	7**

*) İki boyutlu ağlarda bir kenar bile ölçülmüşse, ölçek çarpanını tanımlamaya gerek yoktur. Bu nedenle, **kenar ve doğrultu-kenar ağlarında $d=3$** olur.

**) GPS ağlarında noktalar arasında baz farkları (X, Y, Z farkları) ölçü olarak alınıyorsa, dönüklükleri ve ölçeği tanımlamaya gerek yoktur. Bu durumda $d=3$ olur.

Jeodezik Ağ Datum Kavramı

- Jeodezik ağ datumu ve datum parametrelerinin sayıları ileride ele alınacak serbest ağ dengelemesinde önem arz eder.
- Ancak, bu aşamada datum parametreleriyle ilgili şu iki tanımlı yapmak yerinde olacaktır:
 - ✓ Bir ağda, datum parametrelerinin sayısından fazla ek bilgi ağ dengelemesine dahil edilmişse, o ağ dengelemesine **dayalı ağ dengelemesi** adı verilir (Örneğin, bir nivelman ağında $d=1$ 'dir. Ağda iki sabit nokta bulunuyorsa, yapılacak dengeleme dayalı ağ dengelemesidir).
 - ✓ Bir ağda, datum parametrelerinin sayısı kadar ek bilgi ağ dengelemesine dahil edilmişse, o ağ dengelemesine **zorlamasız klasik ağ dengelemesi** (minimum constrained adjustment) adı verilir (Örneğin, bir nivelman ağında bir sabit nokta bulunuyorsa, yapılacak dengeleme zorlamasız klasik ağ dengelemesidir).



Ders duyuruları, soru ve görüşleriniz için:



Prof. Dr. Uğur DOĞAN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/dogan>

dogan@yildiz.edu.tr



Prof. Dr. Cüneyt AYDIN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/caydin>

caydin@yildiz.edu.tr; caydin78@gmail.com